

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Рядчикова Игоря Викторовича

### МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВУНОГИМИ ШАГАЮЩИМИ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ НА ОСНОВЕ НЕБИОНИЧЕСКОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ

представленной на соискание ученой степени доктора технических наук, специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы)

Разработка и исследование антропоморфных, т.е. двуногих шагающих роботов – одно из активно развивающихся направлений в мировой робототехнике. Отличие таких роботов от колесных состоит в необходимости постоянного обеспечения их устойчивости. Выбранный Рядчиковым И.В. способ решения этой задачи – за счет небιονических мехатронных стабилизирующих модулей и систем управления ими – представляется обоснованным и весьма перспективным.

Автором сформирована теоретическая база разработанного метода небιονической стабилизации на основе маховика и гироскопа. При разработке проблемно-ориентированной системы управления мехатронными устройствами стабилизации использовались линеаризованные модели, чем обеспечивалось обоснование управляемости, устойчивости системы, решение задач синтеза линейно-квадратичных и ПИД-регуляторов.

Для решения задачи проектирования системы автоматического управления в условиях ограничений на точность измерения параметров, Рядчиковым И.В. разработан метод наблюдения за положением антропоморфного робота при ходьбе. Метод и устройство-наблюдатель на основе вспомогательного мехатронного устройства, созданное на его основе, демонстрируют высокую эффективность в условиях ошибки датчика положения, износа механических деталей конструкции, изменения центра масс и момента инерции в процессе функционирования.

Не обошел вниманием автор и вопросы применения интеллектуальных методов для синтеза систем небιονической стабилизации антропоморфных роботов. А именно, им продемонстрирована возможность использования в системе нейро-нечетких (ANFIS) регуляторов. Кроме того, разработана методика настройки ПИД-регуляторов системы стабилизации шагающего робота с помощью генетического алгоритма, использующего в качестве фитнес-функции гарантирующий управляемость в заданных конструктивных особенностях критерий эффективности - угол отклонения от положения равновесия.

Проведенные автором эксперименты подтверждают, что разработанный метод небιονической стабилизации удовлетворяет требованиям к маневренности, энергоэффективности и быстродействию шагающих роботов.



Основное содержание диссертационной работы опубликовано в 36 научных статьях, из них 11 опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК для публикации докторских диссертаций. Результаты работы внедрены в конструкции робототехнических комплексов, применяемых в промышленности.

Автореферат диссертанта обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения. В целом работа оставляет в высшей степени положительное впечатление благодаря своей актуальности, широте и полноте рассмотренных тем. Однако хотелось бы высказать некоторые замечания.

1. Необходимо отметить, что центральной задачей управления в мобильной робототехнике является все-таки проблема навигации, задача построения траекторий и их реализации за счет перемещений робота на местности. Считаю, что представленная на соискание ученой степени доктора технических наук работа Рядчикова И.В. только выиграла бы, если бы в ней был соответствующий раздел.

2. Проблемой LQR-подхода является отсутствие в нем явного учета ограничений на управляющие воздействия и на переменные состояния. Из автореферата не следует, анализировалась ли автором возможность выхода этих величин на ограничения, переводящая задачу в разряд нелинейных.

Считаю, что, несмотря на указанные недостатки, работа «Методы управления двуногими шагающими робототехническими системами на основе небионической стабилизации» выполнено на высоком научном уровне, соответствует всем требованиям Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, а ее автор Рядчиков Игорь Викторович достоин присуждения степени доктора технических наук по специальности 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации (технические системы).

Геннадий Николаевич Рогачев, доктор технических наук  
(05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка информации)  
профессор кафедры «Автоматика и управление в технических системах»  
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»,  
443100, Самара, ул. Молодогвардейская, 244, главный корпус  
e-mail: rogachev.gn@samgtu.ru

тел. +79198061296

15.05.2020



Подпись *Рогачев Г.Н.* заверяю  
Учёный секретарь федерального  
государственного бюджетного  
образовательного учреждения высшего  
образования «Самарский государственный  
технический университет»  
Ю.А. Малиновская

*Р. Рогачев*  
Рогачев Г.Н.